

MANUAL DE USO

MEDIDORES DE RESISTIVIDAD Y RESISTENCIA DE TIERRA MRU-105 Y MRU-106



CONTENIDOS

1 Prologo

Le agradecemos por la compra de nuestro instrumento de medición.

Los medidores de la SERIE MRU son instrumentos de medición modernos y de alta calidad cuya operación es fácil y segura. Sin embargo, la lectura de este manual permitirá evitar errores de medición y prevenir eventuales problemas en la operación del medidor.

En el presente instructivo usaremos tres tipos de aviso –textos recuadrados, describiendo posible peligro tanto para el equipo como el usuario.

Textos recuadrados que comienzan con la palabra ¨**PRECAUCION!**¨, que describe situaciones peligrosas para la vida o la salud si las instrucciones no son obedecidas. La palabra ¨**ATENCION!**¨ comienza la descripción de una situación en la cual ignorar las instrucciones puede ocasionarle un daño al equipo. La indicación de eventuales problemas es precedida por la palabra ¨**AVISO!**¨

PRECAUCION:
Antes de operar este instrumento, se deberá leer atentamente el manual de operación, además las indicaciones de seguridad y las recomendaciones del fabricante deberán ser obedecidas.

PRECAUCION:
Los medidores MRU-105/106 fueron diseñados para la medición de la resistencia de las jabalinas de tierra y la resistividad de tierra. La aplicación de ellos para cualquier otro propósito puede causarle un daño al equipo o generar una situación de peligro para el usuario.

PRECAUCION:
Los medidores MRU-105/106 deben ser operados por personas calificadas para el trabajo en instalaciones eléctricas. El uso de estos por personas no calificadas pude causarle un daño al equipo como también generar una situación de peligro para el usuario.

2 Introducción

El manual de operaciones describe los medidores de resistencia de tierra MRU-105/106. Se recomienda estudiar el manual de operaciones para evitar errores que puedan generar un daño para el usuario o una mala evaluación del sistema de jabalinas de tierra medido. Mas información sobre las condiciones de seguridad pueden encontrarse en el capitulo **3 – *Seguridad***. Antes de la primera vez que se utiliza el equipo se debería leer el capitulo **6 - *Comienzo de la Operación***. Si el medidor tiene problemas recomendamos leer el capitulo ***8- Solucionando Problemas***. Toda la información sobre el uso de los medidores puede encontrarse en el capitulo ***7 –Operación***.

3 Seguridad

Los instrumentos de la Serie MRU fueron diseñados para realizar mediciones cuyos resultados describen el estado de las instalaciones eléctricas. Entonces, para asegurar la operación correcta de los instrumentos y la precisión de los resultados obtenidos se recomienda lo siguiente:

- Antes del comienzo de la operación, este manual debería ser estudiado cuidadosamente.
- El instrumento deberá ser operado por personal calificado, con conocimiento de seguridad industrial.
- No esta permitido utilizar:
  - ⇒ El medidor fuera de servicio a causa de encontrarse entera o parcialmente fuera de servicio.
  - ⇒ Cables de prueba con la aislación rota.
  - ⇒ El medidor almacenado en malas condiciones (ejemplo, lugares húmedos).
- Antes de comenzar la medición verificar que los cables de prueba se encuentren conectados a los puertos correctos.
- Cualquier reparación de los equipos deberá realizarse por un servicio técnico autorizado.

Además debe recordarse que:

- El símbolo „**BAT**” en el display indica baja tensión de la batería y señala la necesidad de cambiar las baterías por unas nuevas o recargar la celda de baterías.
- Mediciones realizadas con baja tensión de baterías acarrean un error adicional que no puede ser evaluado por el usuario y que no permite determinar correctamente el estado de la jabalina medida.

ATENCION!
El medidor esta diseñado para operar cuando las tensiones de perturbación son menores a 40V
Conectar a través de cualquiera de sus terminales una tensión mayor a los 40V puede dañar el equipo.

4 Descripción e información sobre la operación

4.1 Características de los instrumentos de la Serie MRU

Los medidores digitales MRU fueron diseñados para la medición de la resistencia de las jabalinas de tierra y la resistividad de tierra.

Las principales características de los instrumentos MRU incluyen:

- Medición de resistencia de jabalinas de tierra utilizando la técnica de 3 o 4 polos
- Medición de resistividad de tierra con la posibilidad de introducir la distancia entre jabalinas (cálculos automáticos y lectura de la resistividad en Ωm).
- Medición de la resistencia utilizando técnica de 2 o 4 polos.
- Posibilidad de realizar mediciones de múltiples jabalinas utilizando la técnica de 3 polos sin desconectar la jabalina de tierra a medir (con la aplicación de pinza).
- Verificación de las tensiones de perturbación (AC y DC) con un circuito que bloquea la medición de resistencia cuando estas son muy altas.
- Verificación de la resistencia de la jabalina de tierra antes de la medición para asegurar una mayor precisión.
- Memoria para 300 mediciones con la posibilidad de transferir la información almacenada a la PC.
- Un display LCD grande de fácil lectura con iluminación
- Apoyo ergonomico para la medición.
- Alimentación a pilas o baterías Ni-Cd
- Cargador de batería incorporado.
- Señal de nivel de carga de las pilas o baterías Ni-Cd
- Función Auto Apagado
- Estuche hermético
- Accesorios de medición ergonomicos y de buena calidad además de un bolsón para transporte bien organizado.

4.2 Equipo Estándar

En el equipo estándar provisto por el fabricante se incluyen los siguientes ítems:

- cable de 50m amarillo en carretes
- cable de 25m rojo con conectores tipo banana
- sonda amarilla con conector tipo banana
- cable de 1,2m amarilla con conector tipo banana
- cable de 2,2m negro con conectores tipo banana
- sonda para poner en el suelo (30 cm) 2 piezas
- cocodrilo negro K01
- funda L2 para el medidor
- cable USB para transmisión de datos
- arnés para llevar el medidor
- paquete de pilas
- certificado de calibración
- manual de operación

4.3 Equipo Opcional

Los siguientes elementos (no incluidos en el equipo estándar) puede comprarse a traves de los distribuidores autorizados:

- cable de 25m azul en carretes
- cable de alimentación para cargar las baterías
- batería Ni-MH 7,2V 3Ah
- funda L3 para sonda de 80 cm
- pinza de medida C-3
- tornillo de banco
- carretepara el cable de medida
- sonda para poner en el suelo (30cm)
- sonda para poner en el suelo (80cm)
- programa para la creación de protocolos de medición “Sonel Pe4”
- programa para la creacion de esbozos, esquemas de instalaciones eléctricas “Sonel Schematic”
- programa para el cálculo de mediciones “Sonel PE Cálculos”
- llave USB

4.4 Disposición de Puertos y Teclado

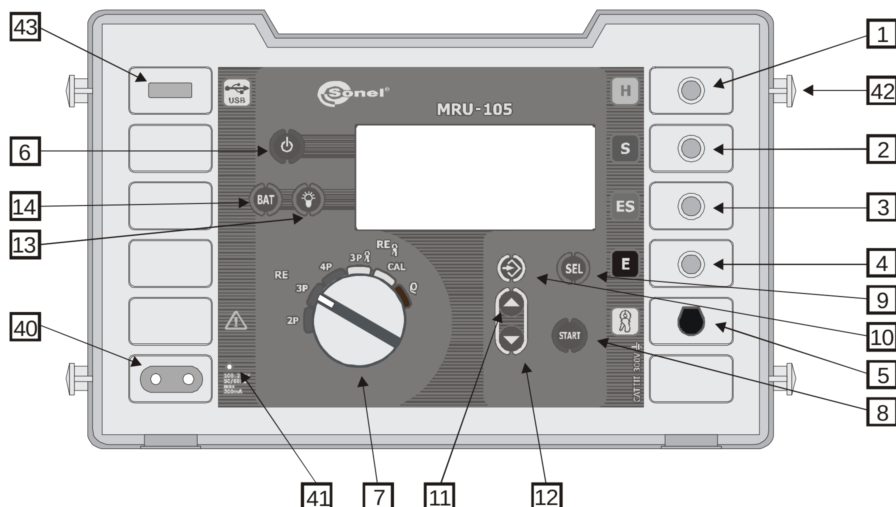


Figura : Panel Frontal del Medidor MRU-105/106

Las agarraderas **42** son para sujetar las correas que permiten transportar el instrumento.

4.4.1 Puertos

1 **Puerto de Medición H**
Durante la medición de resistencia y resistividad este terminal se encuentra conectado a la jabalina que se esta midiendo a través de un cable de prueba.

2 **Puerto de Medición S**
Para la conexión de la jabalina de tensión auxiliar durante la medición de resistencia, resistencia de tierra o resistividad de tierra.

3 **Puerto de Medición ES**
Para la conexión de la jabalina de tensión auxiliar durante la medición de resistencia de tierra con la técnica de cuatro polos y la medición de resistencia de tierra. Este terminal también es usado durante la medición de resistencia con las técnicas de dos y cuatro polos.

4 **Puerto de Medición E**
Durante la medición de la resistencia de la jabalina de tierra este terminal se conecta a la jabalina de tierra que se esta midiendo a través de un cable de prueba. Durante la medición de la resistividad de tierra, este terminal se conecta a una de las jabalinas de los extremos de las que se van a medir.

5 **Puerto para Pinzas de Medición**
Permite la conexión de la pinza de medición durante la medición de resistencia de múltiples jabalinas de tierra sin desconectarlas.

40 **Puerto de Alimentación**
Puerto para la conexión del cable de alimentación para el cargador de baterías

43 **Puerto USB**
En el MRU-105/106 este puerto es usado para la conexión del cable de comunicacion USB

4.4.2 Teclado

6 **Llave** ⏻
Enciende y apaga el equipo. Cuando se enciende el equipo las luces de todos los dígitos y los símbolos se encienden en el display (test de lamparas). Si se mantiene la tecla 14 „**BAT**" o 10 ⇨ durante el encendido se activan las funciones especiales:

- Tecla 14 „**BAT** enciende la función de descarga de la batería (ver capitulo Descarga de las baterías Ni-Cd en la pagina 15).
- En el MRU- 105/106 la tecla 10 ⇨ habilita la transferencia de datos a la PC (para mas información ver el capitulo Transmisión de Información a la PC en la pagina 26).

El equipo se apagara luego de dos minutos si no se presiona ninguna tecla durante ese periodo.

7 **Llave rotatoria sSelectora de Función:**
Permite elegir entre las funciones de medición:
- **R_E2p** – Medición de 2 polos de resistencia de la jabalinas de tierra,
- **R_E3p** –Medición de 3 polos de la resistencia de la jabalina de tierra.
- **R_E4p** – Medición de 4 polos de la resistencia de la jabalina de tierra.
- **R_E3p** - Medición de 3 polos de múltiples jabalinas de tierra con el uso de pinzas

- **CAL** - calibración de las pinzas ,
- **ρ** Medición de la resistividad de la tierra.

8 **Tecla START**
Comienza el proceso de medición. Durante la medición de resistividad de tierra, la primera vez que se presiona esta tecla se puede ingresar la distancia entre las jabalinas. La segunda vez que se presiona comienza el ciclo de medición.

9 **Tecla SEL**
Permite ver los valores relacionados con la medición recientemente realizada, por ejemplo:
- R_E Resistencia de la jabalina de tierra
- R_S, R_H Resistencia de las jabalinas auxiliares,

Y además durante la medición de la resistividad de la tierra:
- Valor de la resistividad de la tierra.

10 **Tecla ⇨ (Almacenamiento en Memoria)**
En los MRU-105/106:
- Si la memoria no se encuentra activa, presionar la tecla ⇨ inicia el modo de almacenamiento de los resultados de las mediciones en la memoria – esto se señala con el parpadeo en el display de la dirección de memoria 24

- Si el instrumento se encuentra en modo de almacenamiento y el último resultado se encuentra en el display, entonces al presionar esta tecla se almacenará este resultado en la dirección de memoria actual. Para mas información ver el capitulo **Memoria de los Resultados de la Medición.**
- Si se presiona durante el proceso de encendido habilita el modo de transferencia de datos.

11 Tecla ▲ (incremento)
12 Tecla ▼ (decremento)

- En el caso de medición de resistividad de tierra, luego de presionar la tecla START, estas teclas se usan para introducir la distancia entre las jabalinas. La tecla ▲ incrementa, mientras que la tecla ▼ decrementa la distancia en 1 metro con un rango de 1 a 50 metros.
- En el MRU-105/106, con la excepción del caso anterior presionar cualquiera de estas dos teclas habilita el modo de lectura de memoria. En este modo presionar la tecla ▲ o ▼ incrementa o decrementa, correspondientemente, el número de la dirección de memoria en 1. Más información sobre este tema se encuentra en el capitulo Memoria de los Resultados de la Medición en la página 25.

Mantener presionado cualquiera de estas dos teclas causa un incremento o decremento automático del valor de la distancia o la dirección de memoria.

13 Tecla 💡 (Iluminación)
Enciende y apaga la iluminación del display de LCD

14 Tecla BAT

- Permite acceder al estado de la batería recargable o celda de baterías que se estén cargando (en porcentaje).
- Si se presiona durante el proceso de encendido con la tecla 6 ⏻, hara que el medidor entre en el modo de descarga de las baterías Ni-Cd (ver capitulo Alimentación de Energía)

4.5 Display Cristal Liquido (LCD)

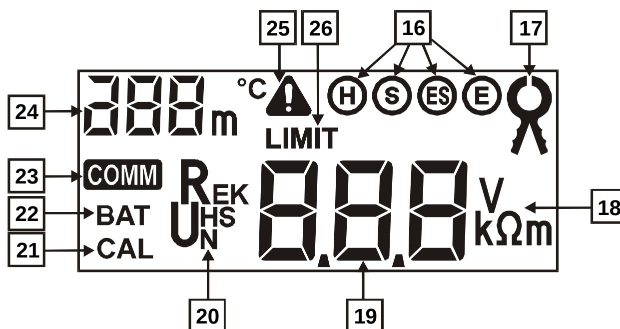


Figura : Display de Cristal Liquido del Medidor de la Serie MRU-105/106

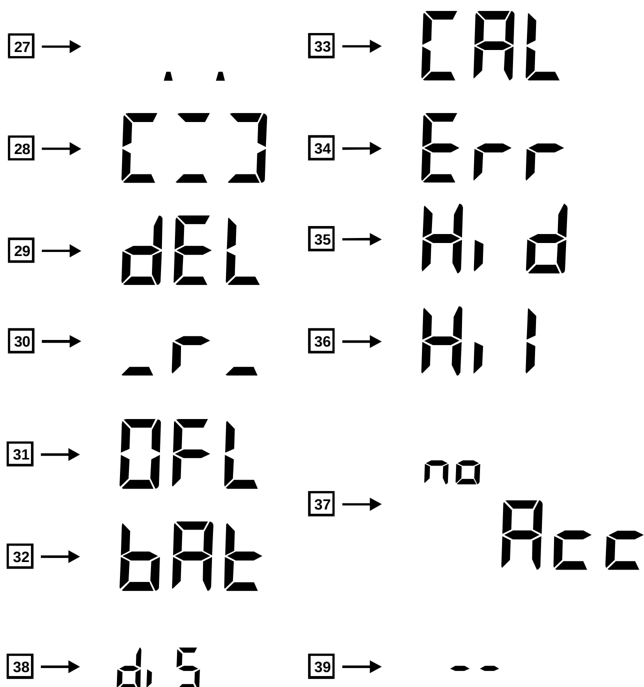


Figura : Avisos y Símbolos Mostrados en los Medidores Serie MRU-105/106

16 **Símbolos de Puerto de Medición**
Indican como deberían estar conectadas los cables de prueba para cada función de medición.

17 **- Pinzas**
Señaliza la elección de la función de medición de la resistencia de múltiples jabalinas de tierra con el uso de pinza o la selección de la función calibración de pinzas.

18 **Unidad y Tipo de Valores Medidos:**

V	volts	- Tensión
Ω, kΩ	ohms, kilo ohms	- Resistencia
Ωm, kΩm	ohm metro kiloohm metro	- Resistividad
m	metros	- Distancia

19 **Campo de Lectura de la Medición**
Es el lugar donde muestra los resultados, los aviso y símbolos. El tipo de valor mostrado se determina por el símbolo 20 y la unidad de esa magnitud 18

20 **Símbolos de las Magnitudes Medidas**

$\mathbf{R_E}$ – Resistencia de la Jabalina de Tierra;
$\mathbf{R_H}$ – Jabalina Actual (H) resistencia;
$\mathbf{R_S}$ – Jabalina de Tensión (S) resistencia;
$\mathbf{U_N}$ – Tensión de Ruido

21 **CAL - Calibración**
Este símbolo aparece cuando se selecciona la función de calibración de pinzas.

22 **BAT – Baterías Descargadas**
La celda de baterías se debe cambiar o las baterías recargables requieren recargarse.

23 **COMM – Modo de Operación de Transferencia de datos a la PC**
en el MRU-105/106. Este texto aparece luego de comenzar la transmisión de datos a la PC (tecla 10 presionada durante el encendido del equipo con la tecla 6).

24 **Campo de Lectura Adicional**
en el MRU-105/106. Muestra la dirección de memoria actual. El parpadeo de los dígitos indica se encuentra en el proceso de almacenamiento de los datos a la PC. En el modo de lectura el número de la dirección de memoria se indica con una luz continua.

25 **⚠ - Precaución**
Enfatiza la importancia de alguna información en el display y señala la necesidad de recurrir al manual de instrucciones.

26 **LIMIT**
Aparece si uno de los parámetros importantes de la medición se encuentra fuera de rango.

27 **. . (Dos Puntos) –No hay resultado en la dirección de memoria actual.**
en el MRU-105/106.

28 **[-] - Almacenando en Memoria.**
en el MRU-105/106.

29 **dEL - Borrado de Memoria.**
en el MRU-105/106.

30 **_r_ - Discontinuidad entre Electrodos**
La resistencia entre electrodos es alta que probablemente no estén conectados o no se encuentran en la tierra. A la vez los símbolos de los puertos que deberían estar conectados para la medición parpadean en el display

31 **OFL - Rango de la Medición Excedido**

32 **bAt - El Estado de la Celda de Baterías hace la Operación Imposible**
Las pilas o baterías de Ni-Cd se encuentran descargadas que no es posible realizar la medición. Luego de tres segundos de aparecido el símbolo, el equipo se apaga automáticamente además de emitir una larga señal acústica.

33 **CAL - Fin del Proceso de Calibración**
El proceso de calibración ha terminado.

34 **Err (Error) –Un Error ha ocurrido.**
El proceso de calibración de las pinzas no ha podido terminar exitosamente. Se puede observar junto con el símbolo de **LIMIT** y el parpadeo de los símbolos de jabalina o pinzas

35 **Hi d - Dispersión muy grande de las mediciones parciales**
Los resultados de varias mediciones del mismo parámetro difieren considerablemente.

36 Hi I - **Corriente de Distorsión muy alta**
Puede ser causada por ejemplo al conectar la pinza a la barra de la jabalina de tierra, la cual conduce grandes corrientes de ecualización.

37 no Acc - **Baterías de Ni-Cd no disponibles en el instrumento.**
El proceso de carga de las baterías no puede ser realizado.

38 di S - **Proceso de descarga de las baterías de Ni-Cd**
El símbolo que aparece en el campo auxiliar de lectura señala que el instrumento se encuentra en proceso de descarga de las baterías. Al mismo tiempo, en el campo de lectura principal 19 aparece el nivel de carga de las baterías en porcentaje.

39 -- - **Celda de memoria actual no se encuentra disponible**
Este símbolo aparece en el campo de lectura auxiliar con el número de la celda de memoria actual indicando que esta se encuentra ocupada con el valor de un resultado previo.

Además en el MRU-105/106 existe un LED verde:

41 **Señal de carga de baterías**
El diodo verde indica que sé esta realizando el proceso de carga de las baterías. Más información puede verse en el capitulo Carga de Baterías.

4.6 Buzzer

Señales de Aviso:

Señal Acústica Continua:
La tensión de ruido $\mathbf{U_N}$ es mayor a 40V.

Señal Acústica Larga

- Luego de iniciada la medición con la tecla **START** 8 si la tensión de ruido es mayor a los 24V.
- Durante la medición cuando se detecta una discontinuidad entre las puntas de medición.
- Luego de que otras anomalías se detectan (la información pertinente aparecerá en el dispaly).
- Como confirmación de la terminación del proceso de borrado de resultados almacenados en memoria.
- Luego de apretar el botón inactivo.
- Como señal de la función de auto apagado

Señales de confirmación y de otros tipos:

Señal Acústica Corta
Confirma el haber presionado una tecla. Es emitido siempre que el instrumento pueda cumplir con la operación asignada a esa tecla.

Dos señales acústicas cortas
Luego del terminado correcto del ciclo de medición.

Señal corta, pausa corta y tres señales acústicas cortas
en el MRU-105/106
Confirma el almacenado correcto del resultado a la dirección de memoria actual.

4.7 Cables y Puntas de Medición

Los medidores de la Serie MRU-105/106 están equipados con un juego de cables de medición 50m (1 item), 25m (2 ítems) y 1,2m (2 ítems).

Los cables de 25 y 50m vienen con carretes que se pueden coloca sobre las jabalinas de medición para permitir el enrollado y desenrollado del cable. Para este propósito, el carrete esta equipado con un sujetador para que este no se resbale de la punta de medición.

En el juego de accesorios para el medidor vienen cuatro jabalinas de medición adaptadas para conectarse a tierra. La conexión de un cable de prueba a una jabalina se logra colocándole un plug banana en el agujero ubicado en el brazo horizontal de la jabalina o conectando el cable al conector ubicado en el carrete. Si durante una medición en el campo el plug se dañara, existe la posibilidad de atornillar el cable de medición a la jabalina utilizando un tornillo M5.

Entre los accesorios auxiliares de los equipos MRU-105 y MRU-106 se encuentra una pinza que se utiliza para realizar mediciones de corriente en múltiples jabalinas de tierra sin la desconexión del sistema.

4.8 Pinzas de Medición

En el equipo opcional de los equipos MRU-105 y MRU-106 existen unas pinzas que se utilizan para la medición de corriente cuando se debe determinar la resistencia de tierra de múltiples jabalinas sin desconectarlas.

5 Almacenamiento

Para el almacenamiento del instrumento obedecer las siguientes recomendaciones:

- Desconecte todas las puntas de medición del medidor. Los cables largos enrollarlos sobre los carretes.
- Limpie rigurosamente las jabalinas y demás accesorios (ver capitulo Limpieza y Mantenimiento)
- Asegúrese que el equipo y los accesorios estén secos.
- Durante un almacenamiento, las baterías Ni-Cd deberían quitarse del medidor descargadas (ver capitulo 7.2.3 Descarga de las baterías Ni-Cd)

6 Comienzo de la Operación

Luego de comprar el equipo es necesario:

- Verificar que se encuentren todos los ítems del equipamiento estándar.
- Cargar las baterías de Ni-Cd y coloque las pilas en el medidor;
- Calibrar las pinzas.

7 Operación

Es necesario estudiar los contenidos del presente capítulo cuidadosamente, dado que los circuitos de medición se describen aquí junto con las técnicas para realizar las mediciones y los principios básicos sobre la interpretación de los resultados.

7.1 Preparación del equipo para la medición

Antes de empezar la medición es necesario:

- Asegurarse que el estado de las pilas o las baterías Ni-Cd permitirá realizar las mediciones.
- Verificar durante el desenrollado de los cables de medición que la aislación de estos nos se encuentre rota o dañada
- Verifique que los cables de medición y las jabalinas no toquen otros cables vivos.

7.2 Alimentación

El medidor MRU-105/106 esta equipado con baterías recargables y su cargador. El paquete de baterías se coloca en su compartimento. El cargador se encuentra incorporado en el medidor y solo funciona con el tipo de baterías Ni-Cd del fabricante.

Aviso: Los medidores MRU-105/106 trabajan con pilas normales de tamaño C y baterías Ni-Cd (modelo SONEL6ECF1800CS solamente) que consisten en 6 baterías de Ni-Cd. Las baterías se proveen sin carga. Antes de comenzar la operación del medidor deberían ser cargadas. Utilizar pilas de Ni-Cd comerciales del tamaño C (R14) causara que en el display aparezca el mensaje **22** **BAT**. Además, el cargador de baterías del equipo no funcionará con las pilas de Ni-Cd tamaño C (R14).

7.2.1 Cambio de Baterías (paquete de baterías recargables)

En el MRU-105/106 la alimentación se puede proveer tanto de pilas comunes como baterías recargables.

Las pilas o baterías se colocan en el compartimento en la parte inferior de la carcasa.

PRECAUCION:
Antes de quitar las baterías Ni-Cd, quite los cables de medición y desenchufe los cables descargador. Abrir la carcasa con el cargador conectado puede causar un shock eléctrico.

La descarga de las pilas o baterías es señalada con el mensaje **22** „**BAT**" o **32** bAt.Entonces se requiere colocar pilas nuevas. Para cambiar las pilas o baterías Ni-Cd es necesario:

1. Quitar todos los cables de medición de los puertos y apagar el equipo.
2. Remover la tapa del compartimento de pilas (en la parte inferior de la carcasa, luego de destornillar cuatro tornillos.)
3. Reemplace todas las pilas. Las pilas (cinco unidades del tipo R14) o las baterías Ni-Cd tipo SONEL6ECF1800CS deben colocarse en la forma especificada en el dibujo ubicado en la parte interior del recinto. El colocar las pilas al revés no es peligroso ni para el equipo ni para las pilas, sin embargo el medidor no funcionará si la baterías se encuentran colocadas en forma incorrecta.

4. Coloque y atornille nuevamente la tapa del compartimento.

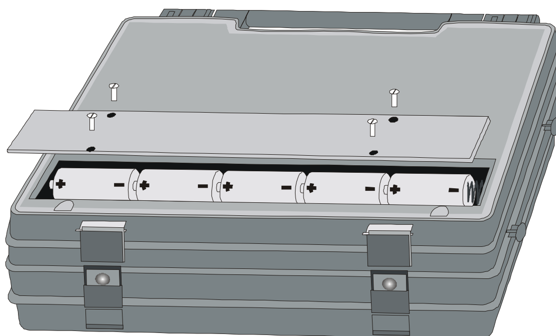


Figura : Apertura del compartimento de pilas en los medidores Serie MRU-105/106

7.2.2 Carga de las baterías

Colocar los cables de alimentación del cargador de baterías automáticamente comienza el proceso de recarga de las baterías Ni-Cd. Adicionalmente, al conectar los cables de alimentación del cargador desactiva el encendido del equipo, de forma que no se pueda encender el equipo. El cargador reconoce si se encuentran colocadas pilas o baterías de Ni-Cd en el equipo. Intentar cargar pilas comunes causara que el diodo verde se encienda indicando un error en la carga, mientras que las pilas se mantendrán sin carga.

Las baterías de Ni-Cd se cargan según el método de carga rápida lo cual hace que el tiempo de cargado baje a aproximadamente 3 horas. Durante el proceso de cargado sé monitorea la temperatura de las baterías de Ni-Cd, así también como la tasa de intercambio de tensión y la corriente de carga. Durante la carga el diodo verde parpadea con una frecuencia de 1Hz aproximadamente. El final del proceso de carga es señalado con el encendido continuo del diodo. En la siguiente tabla se describen todas las posibles situaciones señaladas por el parpadeo de los dos diodos

AVISO: Si las baterías de Ni-Cd se encuentran descargadas considerablemente el diodo verde emitirá luz continuamente.

7.2.3 Descarga de las baterías Ni-Cd

Para incrementar la vida útil de las baterías de Ni-Cd, estas se deben recargar luego de descargarse completamente. De esta manera el efecto memoria que causa la perdida de capacidad de la batería puede ser evitado. Pero usar el medidor con las baterías descargadas se señalara con el mensaje 22 **BAT**, y en casos extremos puede interrumpir el proceso de medición caso en el cual aparecerá el símbolo 32 bAt y se apagara el instrumento. Por esta razón existe la posibilidad de descargar las baterías Ni-Cd a un nivel en el cual permita cargar correctamente mas tarde. Además se recomienda descargar las baterías de Ni-Cd antes de almacenar el equipo por un largo tiempo. El procedimiento para descargar las baterías es el siguiente:

1. Encienda el equipo con la tecla 6 ⏻ presionando simultáneamente la tecla 14 **BAT.**
   El equipo muestra el grado de carga de las baterías de Ni-Cd, si es menor al 50% entonces:

2. Luego de presionar la tecla 8 START el proceso de descarga de las baterías de Ni-Cd comenzara. El grado actual de carga aparece en el visor principal 19 (en porcentaje) junto con los caracteres dI S en el visor auxiliar 24.

Durante el proceso de descarga la carcasa del medidor puede calentarse levemente. Es un suceso normal. Para proveer mejor refrigeración se recomienda dejar la tapa superior del equipo abierta.

Descargar pilas no es posible en el medidor, lo cual se señala con el símbolo 37 no Acc.

7.3 Calibración de la Pinza

Las pinzas compradas junto con el medidor deberían calibrarse antes de ser usadas. Además las pinzas se deberían calibrar periódicamente para evitar la influencia del deterioro por los elementos para evitar la falta de precisión en las mediciones. En particular el proceso de calibración se debe efectuar luego de comprarlas (separadamente) para el medidor o para utilizarlas con otro medidor. La calibración se realiza colocando el selector rotativo 7 en la posición **CAL** ☊. Los puertos de medición „**H**" 1 y „**E**" 4 deben puentearse con el cable de medición de 1,2m al cual se debe conectar la pinza. Debe notarse que el cable debería pasar a través de la pinza en forma concéntrica. Luego de haber presionado la tecla 8 **START** el medidor determinara el grado de corrección necesario para pinza conectada al instrumento. El factor de corrección es almacenado en la memoria del equipo aun después de haberse apagado.

Durante el proceso de calibración los siguientes errores pueden observarse:

error	El símbolo mostrado	situación
No fluye corriente a través de los cables conectados en los puertos **H** y **E**	**34** Err junto con el símbolo de los puertos en el campo **16**	Los cables de medición no están conectados a los puertos correctos o el cable se encuentra averiado.
No fluye corriente el circuito de las pinzas.	**34** Err junto con el símbolo **17** titilando.	Las pinzas no se encuentran conectadas al cable conectado a los puertos **H** y **E** o no se encuentra conectada al instrumento.
La estabilidad de las mediciones subsiguientes es muy baja, o la pinza no es del tipo adecuado o están dañadas.	**34** Err y **25** ⚠	La conexión de las pinzas no es estable.
No se puede determinar el factor de corrección.	**34** Err y **26** **LIMIT.**	Error actual de la medición es muy alto con el factor de corrección calculado, trate de repetir el proceso de calibración.

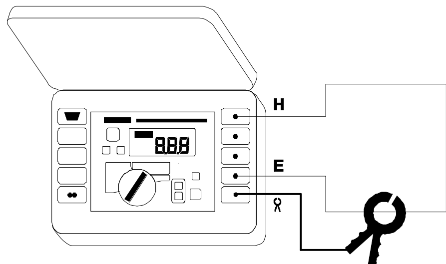


Figura: Forma de preparar las pinzas para la calibración.

7.4 Condiciones para realizar medición y obtener el resultado correcto.

Para realizar correctamente una medición correctamente es necesario cumplir varias condiciones. El medidor automáticamente detiene la medición al detectar alguna anomalía:

Situación	Símbolo Mostrado	Avisos
La tensión de ruido supera el valor de 24V.	26 **LIMIT** y 20 **U_N**	
La tensión de ruido supera el valor de 40V.	26 **LIMIT** y 31 OFL, además se genera una señal acústica continua.	
No se observa el flujo de corriente de medición.	30 -r- junto con el símbolo del puerto 16	Las jabalinas requeridas durante la medición no están conectadas al instrumento o el cable de prueba se encuentra desconectado de la jabalina
La resistencia de la jabalina de medición excede los 50 kΩ.	26 **LIMIT** junto con el nombre de la jabalina en el campo 20 del visor.	Se debe reducir el valor de la resistencia colocando la jabalina nuevamente o incrementando la humedad de la tierra en la proximidad de la jabalina.
Se excede el rango de medición.	31 OFL	

Adicionalmente, el medidor señala situaciones en las cuales el resultado de la medición no se puede tomar como correcto:

Situación	Símbolo	Aviso
Error de la medición dado que la resistencia de las jabalinas excede el 30%	26 **LIMIT** junto con el resultado de la medición.	Reducir el valor de resistencia del la jabalina al colocarla nuevamente o incrementando la humedad de la tierra cerca de la jabalina.
Las baterías están agotadas.	22 **BAT**	Ninguna de las funciones del equipo se bloquean pero los resultados obtenidos pueden estar distorsionados por un error adicional de valor desconocido.

7.5 Realizando la medición y lectura de los componentes particulares del resultado.

Luego de encender el equipo con la tecla 6 ⏻ y luego de cambiar la función con el selector rotativo 7, en el display aparece indicado el valor de la tensión de distorsión. Si esta excede los 24V

no será posible realizar la medición. En esta situación se debería verificar que las puntas de medición no estén conectadas a aparatos conectados a cables vivos o si no hay un corto circuito o daño de la aislación eléctrica cerca del objeto a medir.

¡ATENCION!
El medidor esta diseñado para operar cuando la tensión de distorsión tiene un valor menor a los 40 V.
Conectar una tensión mayor a los 40 V entre cualquiera de sus terminales puede dañar el equipo.

La medición comienza luego de presionar la tecla 8 **START.** El equipo realiza el ciclo de medición si ninguna de las causas de bloqueo descriptas en el capitulo Condiciones para la realización de la medición y obtención del resultado correcto se presenta. Durante la medición, en el campo principal del display de LCD aparecen los siguientes caracteres „-„ señalando el grado de avance de determinada etapa de la medición, mientras que en el campo aparece el parámetro de medición actual. Luego de terminada la medición el valor de la resistencia aparece en el display junto con la resistencia de la jabalina de tierra R_E o la resistividad de la tierra ρ. Los demás parámetros de medición (la resistencia de las jabalinas de medición R_H y $R_{S)}$ se pueden ver presionando la tecla 9 **SEL.**

El equipo selecciona automáticamente el rango para cada función.

7.6 Técnica de Dos Polos para la Medición de Resistencia

La técnica de dos polos se usa frecuentemente en la medición de resistencia. En este caso el procedimiento es el siguiente:

1. Conecte los cables de medición a los puertos del equipo 2 y 3 marcados „**S**” y „**ES**” correspondientemente.
2. El selector de funciones rotatorio 7 debe colocarse en la posición **RE 2p**.
3. Luego de conectar la resistencia a medir presione la tecla 8 **START** – el instrumento comenzará el ciclo de medición.
4. Lea el resultado del display. El resultado de la medición es la suma de la resistencia medida y la resistencia de los cables de medición. La influencia de la resistencia de los cables de medición se puede eliminar utilizando la técnica de 4 polos o realizando una nueva medición con los cables de medición puenteados y restándosela al resultado obtenido de la medición total.

ATENCION
El equipo fue diseñado para operar cuando la tensión de ruido Tiene valores menores a los 40 V.
Conectar a los terminales del equipo una tensión mayor a 40 V puede dañarlo.

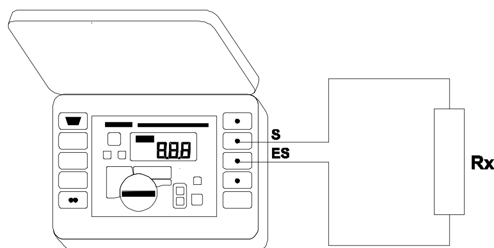


Figura: Técnica de 2 polos para la medición de resistencia.

7.7 Técnica de cuatro polos para la medición de resistencia.

El equipo también permite realizar mediciones de resistencia utilizando la técnica de cuatro polos. Esta puede bajar considerablemente el error producido a causa de la resistencia de los cables de medición; esto puede ser importante en el caso de la resistencia a medir sea de un valor pequeño. El procedimiento es el siguiente:

1. Conecte los cuatro cables de medición a los puertos **1**, **2**, **3**, **4**, denominados „**H**", „**S**", „**ES**", „**E**" correspondientemente.
2. La resistencia a medir debe colocarse de manera que los cables conectados a los puertos „**H**" y „**S**" se encuentren conectados juntos en un de los polos de la resistencia a medir mientras que los cables conectados a los puertos „**ES**" y „**E**" se conectan en el otro polo de la resistencia como muestra el esquema.
3. El selector rotatorio de funciones debe colocarse en la posición **RE 4p**
4. Presione el botón **8** **START.**
5. Lea el valor de la medición.

ATENCION
El equipo fue diseñado para operar cuando la tensión de ruido
Tiene valores menores a los 40 V.
Conectar a los terminales del equipo una tensión mayor a 40 V
puede dañarlo.

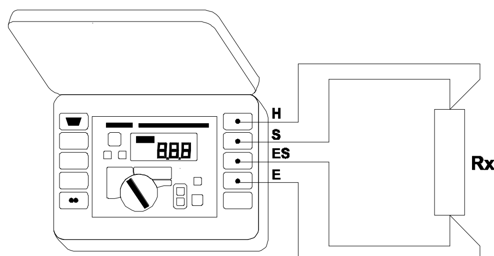


Figura: Técnica de cuatro polos para la medición de resistencia.

7.8 Medición de puesta a tierra utilizando la técnica de tres polos

La técnica de tres polos es un método básico para la medición de puesta a tierra. El procedimiento es el siguiente:

1. La puesta a tierra a medir debe conectarse al puerto del equipo, denominado „**E**”.
2. La jabalina de corriente debe colocarse en la tierra a una distancia mayor a los 40m de la puesta a tierra a medir, conectado al puerto **1** „**H**” del equipo.
3. La jabalina de tensión debe colocarse en la tierra a una distancia mayor a los 20m de la puesta a tierra a medir, conectado al puerto **2** „**S**”. Tanto la puesta a tierra como las jabalinas de tensión y corriente deberían estar alineadas.
4. El selector rotatorio de funciones debe colocarse en la posición **R_E 3p.**
5. Presione la tecla **8** **START.**
6. Lea los valores de la resistencia de puesta a tierra R_E y los de las resistencias de las jabalinas de tensión y corriente (R_S y R_H). Estos últimos se pueden leer en el display presionando la tecla **9** **SEL**.
7. Repita los puntos 5 y 6 de la medición moviendo la jabalina de tensión ± 1m de la puesta a tierra. Si los resultados de la medición difieren en mas de 3 %, la distancia de la jabalina de corriente debe aumentarse considerablemente y la medición debe repetirse. La posición optima de la jabalina de tensión es el 62 % (técnica del 62 %) de la distancia de la jabalina de corriente con respecto a la puesta a tierra a medir.

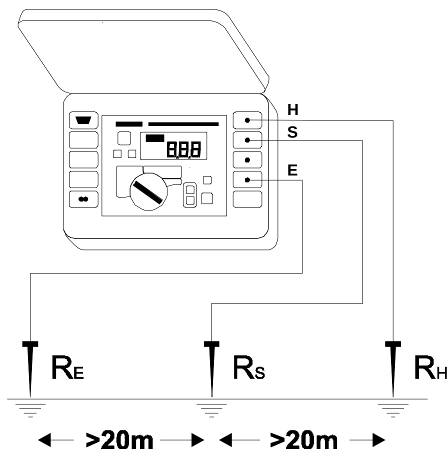


Figura: Medición de puesta a tierra con la técnica de tres polos

Se debe prestar particular atención a la calidad de la conexión de la puesta a tierra con los cables de medición – el lugar de contacto tiene que estar libre de pintura, oxido, etc.

Si la resistencia de las jabalinas de medición es muy alta, la medición de la puesta a tierra R_E incluirá un error adicional. Se observara un error particularmente grande cuando se esté midiendo una puesta a tierra de valor pequeño con las jabalinas teniendo poco contacto con la tierra (como en los casos donde la puesta atierra esta bien hecha mientras que la capa superior de tierra es seca y tiene baja conductividad). En ese caso la relación entre la resistencia de la jabalina de medición y la resistencia de la puesta a tierra a medir será grande, así como el error que depende de esa relación. Entonces, de acuerdo a la fórmula dada en el apéndice “datos técnicos” se puede calcular la influencia en la medición o usar el diagrama que aparece en el mismo apéndice. Además, el contacto de las jabalinas con la tierra puede mejorarse humedeciendo la tierra donde se coloque la jabalina o colocando la jabalina en otro lugar. Los cables de medición también deben revisarse –debe revisarse que la aislación no este dañada o que el contacto entre el cable, la ficha banana y la jabalina no

estén corroídos o sueltos. En la mayoría de los casos la precisión alcanzada en las mediciones es suficiente. Sin embargo uno debería ser consciente del valor del error presente en el resultado de la medición.

7.9 Medición de puesta a tierra utilizando la técnica de cuatro polos

Para los casos donde sea necesario realizar una medición que no incluya el error debido a la resistencia de los cables de medición se puede utilizar la técnica de cuatro polos.

Aviso: Para medir la resistividad de tierra se recomienda utilizar la función **ρ**.

Para la medición de la resistencia de la jabalina de tierra se debe utilizar el siguiente procedimiento:

1. La jabalina de tierra a medir debe conectarse a los puertos **3** y **4** del equipo, denominados „**E**" y „**ES**" correspondientemente.
2. La jabalina de corriente debe colocarse en la tierra a una distancia mayor a los 40m de la puesta a tierra a medir, conectado al puerto **1** „**H**" del equipo.
3. La jabalina de tensión debe colocarse en la tierra a una distancia mayor a los 20m de la puesta a tierra a medir, conectado al puerto **2** „**S**". Tanto la puesta a tierra como las jabalinas de tensión y corriente deberían estar alineadas.
4. El selector rotatorio de funciones debe colocarse en la posición **RE 4p.**
5. Presione la tecla **8** **START.**
6. Lea los valores de la resistencia de puesta a tierra R_E y los de las resistencias de las jabalinas de tensión y corriente (R_S y R_H). Estos últimos se pueden leer en el display presionando la tecla **9** **SEL**.
7. Repita los puntos 5 y 6 de la medición moviendo la jabalina de tensión ± 1m de la puesta a tierra. Si los resultados de la medición difieren en mas de 3 %, la distancia de la jabalina de corriente debe aumentarse considerablemente y la medición debe repetirse. La posición optima de la jabalina de tensión es el 62 % (técnica del 62 %) de la distancia de la jabalina de corriente con respecto a la puesta a tierra a medir.

ATENCION
El equipo fue diseñado para operar cuando la tensión de ruido Tiene valores menores a los 40 V.
Conectar a los terminales del equipo una tensión mayor a 40 V puede dañarlo.

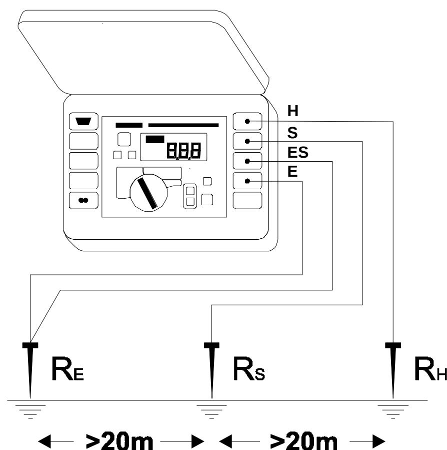


Figura: Medición de puesta a tierra con la técnica de cuatro polos

7.10 Medición de múltiples puestas de tierra sin la desconexión de la jabalina a medir. (Método de la pinza).

Los equipos de la serie MRU pueden utilizarse para realizar la medición de múltiples jabalinas de tierra (eso es de varias jabalinas conectadas a un mismo sistema como por ejemplo las jabalinas de tierra de los postes de alta tensión) sin su desconexión. Se utiliza una pinza de medición para determinar que corriente circula por la jabalina de tierra particular. El procedimiento es el siguiente:

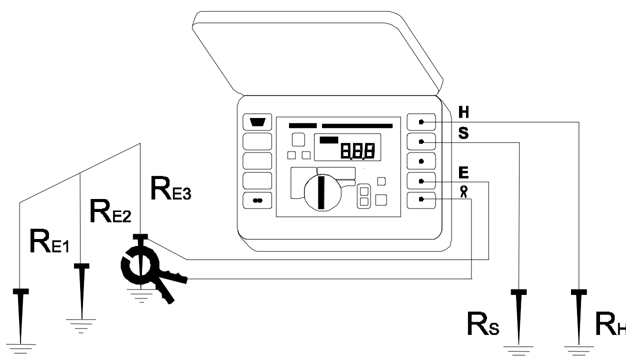


Figura: Uso del equipo para la medición de múltiples puestas de tierra con la técnica de tres polos.

1. La puesta a tierra a medir debe conectarse al puerto del equipo, denominado „**E**”.
2. La jabalina de corriente debe colocarse en la tierra a una distancia mayor a los 40m de la puesta a tierra a medir, conectado al puerto **1** „**H**” del equipo.
3. La jabalina de tensión debe colocarse en la tierra a una distancia mayor a los 20m de la puesta a tierra a medir, conectado al puerto **2** „**S**”. Tanto la puesta a tierra como las jabalinas de tensión y corriente deberían estar alineadas.

4. Conecte la pinza al puerto **5** del equipo y luego conecte la pinza por debajo del punto de conexión del cable de medición conectado a la jabalina a medir
5. El selector rotatorio de funciones debe colocarse en la posición **RE 4p.**
6. Presione la tecla **8** **START.**
7. Tome los valores de la resistencia de puesta a tierra R_E y los de las resistencias de las jabalinas de tensión y corriente (R_S y R_H). Estos últimos se pueden leer en el display presionando la tecla **9** **SEL**.
8. Repita los puntos 6 y 7 de la medición moviendo la jabalina de tensión ± 1m de la puesta a tierra. Si los resultados de la medición difieren en mas de 3 %, la distancia de la jabalina de corriente debe aumentarse considerablemente y la medición debe repetirse. La posición optima de la jabalina de tensión es el 62 % (técnica del 62 %) de la distancia de la jabalina de corriente con respecto a la puesta a tierra a medir.

ATENCION
El equipo fue diseñado para operar cuando la tensión de ruido tiene valores menores a los 40 V.
Conectar a los terminales del equipo una tensión mayor a 40 V puede dañarlo.

En la medición de sistemas de múltiples jabalinas de tierra como las de los postes de tensión a veces es necesario determinar no solo el valor de una jabalina individual sino que además necesitamos saber el valor de resistencia total del sistema de jabalinas. Entonces, luego de medir cada jabalina particular R_{E1}, R_{E2}, R_{E3}, R_{E4}, ... el valor total del sistema puede determinarse mediante la formula:

$$R_E = \frac{1}{\frac{1}{R_{E1}} + \frac{1}{R_{E2}} + \frac{1}{R_{E3}} + \frac{1}{R_{E4}} + \ldots}$$

7.11 *Medición de resistividad de tierra*

Para la medición de la resistividad de la tierra –mediciones utilizadas para preparar los sistemas de jabalinas de tierra o en geología – se ha diseñado una función separada del instrumento. Se selecciona con selector rotatorio y se denomina medición de resistividad de la tierra **ρ.** Esta función desde el punto de vista metrológico es idéntica a la medición de puesta a tierra con la técnica de cuatro polos. Sin embargo, tiene un procedimiento adicional que es introducir la distancia entre las jabalinas. El resultado de la medición de resistividad de la tierra se calcula automáticamente de acuerdo a la formula $\rho = 2\pi dR_E$ como se aplica en la técnica de medición de Wenner, la cual asume que la distancia entre las jabalinas es igual.

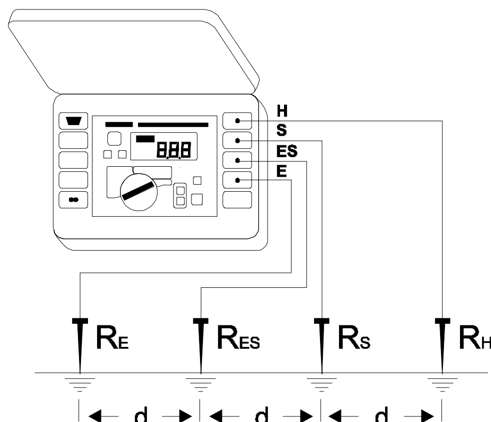


Figura: Medicion de resistividad de tierra.

El procedimiento de medicion de resistividad de tierra es el siguiente:

1. Las jabalinas colocadas en la tierra en linea recta y a una distancia igual entre si deben conectarse a los puesrtos **1** , **2** , **3** and **4** marcados con las letras „**H**", „**S**", „**ES**" and „**E**", correspondientemente.
2. El selector rotatorio de funciones **7** debe colocarse en la posición „**ρ**"
3. Presione la tecla **8** **START.**
4. Utilizando las teclas **11** ▲ o **12** ▼ el valor de la distancia entre las jabalinas, como se ve en la figura, puede cambiarse hasta el valor correspondiente.
5. Presione la tecla **8** **START.**
6. Lea el valor de la resistividad de la tierra, la resistencia R_E (del espacio entre las jabalinas **S** y **ES**), así como el valor de las resistencias R_S y R_H. Los valores particulares pueden leerse en el display al presionar la tecla **9** **SEL.**

Aviso: En los cálculos se asume que la distancia entre dos jabalinas de medición particulares es igual. (técnica de Wenner). De no ser así, debería realizar la medición de la resistencia de las puestas a tierra y luego realizar los cálculos subsiguientes.

ATENCION
El equipo fue diseñado para operar cuando la tensión de ruido tiene valores menores a los 40 V.
Conectar a los terminales del equipo una tensión mayor a 40 V puede dañarlo.

7.12 Memoria de los resultados de las mediciones

Los equipos serie MRU vienen con la capacidad de almacenar 300 resultados de medición. El lugar de la memoria donde un resultado individual es salvado se denomina celda de memoria. Cada resultado de una medición puede salvarse en una celda de memoria con un número designado para que el usuario pueda asignar número de celdas a puntos de medición particulares, realizar mediciones en otra secuencia o repetir las mediciones sin perder el resto de la información.

La memoria de los resultados no se borra cuando se apaga el equipo para que esta se pueda leer mas tarde o ser transferida a una computadora.

Se aconseja borrar los contenidos de la memoria luego de haber utilizado la información o antes de realizar una nueva serie de mediciones, las cuales podrán grabarse en las celdas de memoria antes utilizadas.

En la memoria del instrumento sólo se guardan los valores de la resistencia de puesta a tierra R_E y de resistividad de la tierra ρ. Los valores de resistencia de las jabalinas de medición solamente pueden ser vistos en el display, directamente después de haber realizado la medición.

7.12.1 Lectura de los resultados almacenados

El modo de lectura de los resultados de la memoria puede activarse solamente por momentos presionando las teclas **11** ▲ o **12** ▼. El modo de lectura se apaga automáticamente luego de aproximadamente luego de 4 segundos desde la última vez que se ha presionado alguna de las teclas anteriores. En la parte secundaria del display se exhibe el número de la celda de memoria y en la parte principal del display aparece el contenido de la celda. El procedimiento para hacer esto es:

1. Seleccione el número de celda que desea leer con las teclas **11** ▲ y **12** ▼.
2. Tome el resultado de la medición. Todas las componentes del resultado están disponibles presionando **9** **SEL**. Cuando aparecen dos puntos (símbolo **27** **. .**) significa “no hay resultado guardado en esa celda”.

En el modo de lectura también es posible borrar el contenido de todas las celdas de memoria.

7.12.2 Almacenamiento de datos en la memoria

El modo de almacenamiento en la memoria se activa desde el momento en que se enciende el equipo hasta que este se apaga o se cambie la función de medición. Almacenar el resultado solo es posible cuando el equipo muestra en el display el resultado de la medición reciente o algún elemento de ella, seleccionado con la tecla **SEL.** De cualquier forma solamente el resultado principal de la medición (resistencia, resistencia de puesta a tierra R_E o resistividad de la tierra) se almacenara en la memoria. El procedimiento para almacenar es el siguiente:

1. Encienda el modo de almacenamiento presionando la tecla **10** ⇨. en el campo adicional del display **[24**] aparecerá el número de la celda de memoria actual parpadeando. Si la celda de memoria actual se encuentra ocupada por el resultado de una medición anterior el número de la celda parpadeará junto con dos guiones horizontales.
2. Para escribir el resultado de la medición en la celda de memoria actual se debe volver a presionar la tecla **10** ⇨. La confirmación del almacenamiento se señalará cuando aparezca el símbolo **28** [-] y el aumento en 1 del número actual de la celda de memoria.

o proceso alternativo:

1. Encienda el modo de almacenamiento presionando la tecla **10** ⇨. en el campo adicional del display **24** aparecerá el número de la celda de memoria actual parpadeando. Si la celda de memoria actual se encuentra ocupada por el resultado de una medición anterior el número de la celda parpadeará junto con dos guiones horizontales.
2. Utilice las teclas **11**▲ o **12** ▼ para seleccionar el número de celda de memoria que desea utilizar.

3. Para escribir el resultado de la medición en la celda de memoria actual se debe volver a presionar la tecla **10** . La confirmación del almacenamiento se señalará cuando aparezca el símbolo **28** y el aumento en 1 del número actual de la celda de memoria.

Guardar en la celda de memoria número 300 (la ultima de las celdas) se señala con una señal acústica prolongada, mientras que el número de celda no cambia.

7.12.3 Borrado del contenido de la memoria

En el modo de lectura la celda de memoria con el número 00 tiene un significado especial. No se pueden guardar resultados pero elegir esa celda hace que aparezca el símbolo **29** dEL, que señala que el equipo esta listo para borrar los contenidos de la memoria.

El instrumento comienza a borrar los resultados almacenados luego de presionarse la tecla **10** Durante el proceso de borrado aparece en el display el número de celda que se esta borrando. Luego de que todas las celdas se hayan borrado, el equipo emitirá una señal acústica prolongada y volverá al modo de lectura de memoria, seteando la primer celda como default.

Aviso: Borrar el contenido de la memoria causa la perdida irreversible de los resultados almacenados.

7.13 Transmisión de datos a la computadora

7.13.1 Kit de comunicación

Para comunicar el equipo con la computadora se requieren algunos accesorios opcionales: el cable de conexión con el puerto serie y un software de comunicación especial. Si estos accesorios no fueron comprados junto con el equipo se pueden comprar al fabricante o a través de algún distribuidor autorizado.

Junto con el juego de accesorios el usuario obtendrá un código individual del equipo que al introducirse en el software habilitara la transmisión de datos. Los accesorios obtenidos pueden utilizarse para comunicarse con muchos otros equipos (fabricados por SONEL S.A.) equipados con una conexión USB

7.13.2 Conexionado del equipo a la computadora

El procedimiento es el siguiente:

1. Conecte el cable a puerto serie (USB) de la computadora y al puerto **5** del equipo
2. Inicie el programa.
3 Encienda el equipo presionando la tecla **6** junto con la tecla **10** **.** Manténgalas presionadas hasta que en el display aparezca el símbolo **23** **COMM**. El equipo se mantendrá en el modo de transmisión de datos hasta que se apague.
4. Siga las instrucciones del programa

8 Solucionando Problemas

8.1 Avisos y información mostrada en el display por el instrumento

Los equipos de la serie MRU señalará en el display, los estados de aviso conectados a la operación del equipo o con condiciones externas relacionadas a la medición.

En las figuras siguientes incluyendo los esquemas simplificados del display los símbolos que se utilizan:

- Los símbolos en negro para señal continua,
- Símbolos en gris para los que titilan,
- Contorno sin rellenar se exhiben dependiendo de la situación en la que ocurre el error.

8.1.1 Medición fuera de rango

Aviso en display	Causa	Procedimiento
H S ES E R_E OFL	La resistencia medida es mayor a los 20kΩ.	

8.1.2 Errores relacionados con la resistencia de las jabalinas

Aviso en display	Causa	Procedimiento
LIMIT H S ES E R_H	La resistencia de la jabalina $\mathbf{R_H}$ es mayor a los 50kΩ.	Trate de mejorar el contacto de la jabalina con la tierra , por ejemplo humedeciendo la tierra.
LIMIT H S ES E R_S	La resistencia de la jabalina $\mathbf{R_S}$ es mayor a los 50kΩ.	Trate de mejorar el contacto de la jabalina con la tierra , por ejemplo humedeciendo la tierra.
LIMIT H S ES E R_E 0.58 Ω	Error de medición adicional dado que la relación entre la resistencia de las jabalinas y la R_E es mayor al 30%.	La resistencia de las jabalinas $\mathbf{R_H}$ y $\mathbf{R_S}$ debe decrementarse.

8.1.3 Información relacionada a la detección de discontinuidad entre conexiones

Aviso en display	Causa	Procedimiento
H S ES E _r_	El instrumento detectó la falta de continuidad en la conexión entre las jabalinas cuyos símbolos parpadean.	Verifique las conexiones entre los electrodos cuyos símbolos parpadean.
H S E _r_	El instrumento detectó la falta de continuidad en la conexión entre las jabalinas cuyos símbolos parpadean, si el símbolo de la pinza parpadea, puede que se hayan conectado de manera incorrecta.	Verifique el circuito de conexión, mejore las conexiones defectuosas.

8.1.4 Información sobre las interferencias

Aviso en display	Causa	Procedimiento
H S ES E LIMIT U_N OFL	La tensión de interferencia debida a los potenciales repartidos por la tierra exceden los 40V. La medición de la resistencia de puesta a tierra no será posible. El equipo emitirá una señal acústica.	Desconecte las jabalinas del equipo inmediatamente. Antes de conectar el equipo nuevamente al circuito de medición apague la fuente de corriente de interferencia.
H S ES E LIMIT U_N 026 V	La tensión de interferencia debida a los potenciales repartidos por la tierra exceden los 24V. La medición de la resistencia de puesta a tierra no será posible.	Apague la fuente de corriente de interferencia. Trate de colocar las jabalinas de otra manera.
H S ES E LIMIT Hid	La diferencia entre mediciones subsecuentes es demasiado grande.	Verifique la calidad de las conexiones. La causa también puede ser severas interferencias.
H S ES E LIMIT $R_{E,HS}$ Hi 1	Durante la medición de $\mathbf{R_E}$, $\mathbf{R_H}$ o $\mathbf{R_S}$ la corriente de interferencia es demasiado alta.	La causa puede estar en que hay demasiada corriente en la jabalina de tierra que se esta midiendo.

8.1.5 Información relacionada a la calibración de la pinza

Aviso en display	Causa	Procedimiento
H E Err	Diferencia entre mediciones subsiguientes es demasiado grande durante la calibración de la pinza, pinza inapropiada o descompuesta.	Verifique la calidad de las conexiones o reemplace la pinza.
H E LIMIT Err	Error de la medición demasiado grande después de la calibración de las pinzas.	Intente recalibrar la pinza prestando especial atención a que el cable pase por el centro de la apertura de la pinza.
H E Err	No circulaba corriente en el sentido en el que el equipo fuerza la corriente a circular.	Verifique las conexiones.
H E Err	No circula corriente en le circuito de la pinza.	Verifique la conexión de la pinza al instrumento o la conexión del cable por el cual circula la corriente.

8.1.6 Información sobre el estado de las pilas o baterías

Aviso en pantalla	Causa	Procedimiento
BAT	Pilas o baterías descargadas.	Reemplazar las pilas por nuevas o recargar las baterías.
BAT bAt	El grado de carga de las pilas o baterías es tan bajo que no garantiza la veracidad de los resultados obtenidos	Reemplazar las pilas por nuevas o recargar las baterías.
no Acu	Se intento descargar las baterías cuando el equipo no esta utilizando baterías recargables.	No hay necesidad de descargar las baterías.

8.2 Mensajes de error detectados en el auto-testeo del equipo

Los instrumentos de la serie MRU frecuentemente están expuestos a fuertes campos electromagnéticos que pueden afectar los contenidos de registros internos. Para evitar errores graves y la perdida de la confianza del usuario en los instrumentos algunos parámetros se chequean automáticamente y en caso de necesidad mostrar alguno de estos mensajes de error:

E10 – error en visualización o guardado de resultado/s y/o configuraciones a memoria,
E51 – error en el sistema de medición de tensión,
E61 – error en el sistema de medición de corriente,
E88 – error en la calibración de lectura de datos del equipo,
E99 – error en la memoria del microprocesador que controla.

La aparición de un mensaje puede estar causado por la influencia momentánea de factores externos. Entonces el equipo debe apagarse y encenderse nuevamente. Si el problema persiste el equipo debe enviarse a reparar.

8.3 Diagnóstico del equipo antes de enviarlo a reparar.

Antes de enviar el instrumento a reparar, por favor llame a la estación de reparación , puede ser que el equipo no este dañado y el problema este siendo causado por alguna otra razón.
La reparación del equipo solamente puede realizarse en los talleres del distribuidor autorizados por el fabricante.
Procedimientos recomendados en algunas situaciones de uso del equipo:

<table>
<tr><th>Síntoma</th><th>Causa</th><th>Procedimiento</th></tr>
<tr><td>El equipo no se enciende cuando se presiona la tecla ⏻.</td><td rowspan="4">Las pilas se encuentran gastadas o colocadas incorrectamente; las baterías Ni-Cd se encuentran descargadas.</td><td rowspan="4">Verifique que las pilas se encuentren colocadas correctamente o reemplace por pilas nuevas; recargue las baterías. Si la situación se repite envíe el equipo al servicio.</td></tr>
<tr><td>Aparece el símbolo „BAT”.</td></tr>
<tr><td>Aparece el símbolo bAt y el instrumento automáticamente se apaga.</td></tr>
<tr><td>Aparición de segmentos al azar en el display.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Durante la comunicación para la transmisión de datos el MRU- 105/106no puede se encuentra o contiene errores de transmisión.</td><td>En la configuración del software aparece una clave diferente que la del equipo conectado.</td><td>Configure el software para operar con el equipo correspondiente</td></tr>
<tr><td>Se ha conectado el equipo a otro puerto de transmisión que el especificado en la configuración del software.</td><td>Conecte el equipo al puerto correcto o cambien la configuración del software.</td></tr>
</table>

Síntoma	Causa	Procedimiento
	El conector del cable de transmisión serie se encuentra parcialmente removido.	Verifique la conexión del equipo a la computadora.
	El cable de transmisión serie se encuentra desconectado.	Verifique el cable, de ser necesario cámbielo.
	Una falla en el puerto de transmisión serie al cual se encuentra conectado el equipo.	Repare la computadora.

9 Limpieza y mantenimiento

La carcasa del equipo puede limpearse con una franela suave y húmeda utilizando detergentes comunes. No debe utilizarse agentes de limpieza que puedan rayar la carcasa (tal como polvos o pastas).

Las jabalinas pueden lavarse con agua y luego deben secarse. Antes de almacenar por un periodo largo conviene cubrir con cualquier tipo de grasa de maquina las jabalinas.

Los carretes y cables de medición pueden limpearse utilizando agua con detergente y luego deben secarse.

El estuche de transporte puede lavarse a una temperatura que no exceda los 40ºC utilizando agentes típicos de limpieza. No debe lavarse químicamente o plancharse.

Los sistemas electrónicos de los equipos no necesitan mantenimiento.

10 Desarme y reciclado

Equipo usado eléctrico y electrónico debe juntarse selectivamente, es decir no debe colocarse con desechos de otro tipo.

Equipo usado electrónico debe enviarse al punto de colecta de acuerdo con la ley del equipo usado eléctrico y electrónico.

Antes de enviar los aparatos al punto de colecta no se debe desinstalar ningunos elementos por cuenta propia.

Se debe observar los reglamentos locales referentes a las normas de deshacerse de los empaques, las baterías usadas y los acumuladores.

11 Apéndice

„m.v." en la sección de terror básico representa valor medido.

11.1 Datos técnicos

Medición de la resistencia de puesta a tierra R_E sin el uso de pinzas
Método de medida: medida de tensión y corriente con el uso de sondas según IEC 61557-5
Rango de medida según IEC 61557-5: 0,13Ω ... 20,0kΩ

Rango	Resolución	Error básico
0,00...9,99 Ω	0,01 Ω	±(3% m.v. + 3 digitos)
10,0...99,9 Ω	0,1 Ω	±(3% m.v. + 2 digitos)
100...999 Ω	1 Ω	±(3% m.v. + 2 digitos)
1,00...9,99 kΩ	0,01 kΩ	±(3% m.v. + 2 digitos)
10,0...20,0 kΩ	0,1 kΩ	±(3% m.v. + 2 digitos)

- Además, hay que tener en cuenta la incertidumbre aportados por el valor de la resistencia de los electrodos segun la formula:

$$\delta_{dod} = \pm \left| \frac{(R_H - 100\Omega) \cdot (R_S + 30000\Omega)}{R_E} \cdot 5 \cdot 10^{-7} + (R_H - 100\Omega) \cdot 10^{-4} \right| \quad [\%]$$

donde R_E, R_H y R_S son los valores dados por el equipo en [Ω]. dimensión del factor ($5 \cdot 10^{-7}$) en la formula [1/Ω].

Medición de la resistencia de puesta a tierra con el uso de pinzas

Método de medida: medida de tensión y corriente con el uso de las sondas según IEC 61557-5 y medida de corriente en rama individual con transofmador adicional de corriente (pinzas)

Rango de medida según IEC 61557-5: 0,16Ω ... 20,0kΩ

Rango	Resolución	Error básico
0,00...9,99 Ω	0,01 Ω	±(8% m.v. + 3 digitos)
10,0...99,9 Ω	0,1 Ω	±(8% m.v. + 2 digitos)
100...999 Ω	1 Ω	±(8% m.v. + 2 digitos)
1,00...9,99 kΩ	0,01 kΩ	±(8% m.v. + 2 digitos)
10,0...20,0 kΩ	0,1 kΩ	±(8% m.v. + 2 digitos)

- Además, hay que tener en cuenta la incertidumbre aportados por el valor de la resistencia de los electrodos segun la formula de arriba. En el caso de resistencia puesta a tierra como R_E hay que insertar el valor resultante de resistencia puesta a tierra , medida en este punto sin el uso de pinzas, hay que también tener en cuenta incertidumbre resultante de la medición de resistencia contra las ramas de la resistencia de resultante según formula:

$$\delta_{dod} = \pm 0{,}03 \cdot \frac{R_C}{R_W^2} \quad [\%]$$

donde R_C es el valor medido con pinzas, indicado por el equipo R_W es el valor resultante – los dos en [Ω]. factor (0,03) en la formula tiene dimensión [Ω].

Medición de la resistividad de suelo

Método de medida: medida de tensión y corriente con el uso de sondas según IEC 61557-5

Rango	Resolución	Error básico
0,00...9,99 Ωm	0,01 Ωm	Depende de precisión de medidaRe 4p pero no menor de ±1dígito
10,0...99,9 Ωm	0,1 Ωm	
100...999 Ωm	1 Ωm	
1,00...9,99 kΩm	0,01 kΩm	
10,0...99,9 kΩm	0,1 kΩm	
100...999 kΩm	1 kΩm	

- Los valores de incertidumbre que se indica no tienen en cuenta la incertidumbre provocada por la distancia entre los electrodos
- Además, hay que tener en cuenta la incertidumbre aportados por el valor de la resistencia de los electrodos segun la formula de arriba.

Medida de resitencia de electrodos auxiliares R_H, R_S

Rango	Resolución	Error básico
00,0...99,9Ω	0,1Ω	para $(R_H+R_S) \geq 10\Omega$: Sin el uso de pinzas ±(5% $(R_S + R_E + R_H)$) Con el uso de pinzas ±(10% $(R_S + R_E + R_H)$)
100...999Ω	1Ω	
1,00...9,99kΩ	0,01kΩ	
10,0...50,0kΩ	0,1kΩ	

Medición de tensión perturbadoras DC + AC

Método de medida: **rectificador de onda completa**

Resistencia interna: aprox. 2MΩ

Rango	Resolución	Error básico
0...40 V	1 V	±(10% m.v. + 1 dígito)

Otros datos técnicos

a) Clase de protección...II según PN-EN 61010-1
b) Categoría de seguridad ....III 300V según PN-EN 61010-1
c) Grado de protección de la carcasa ....según PN-92-E-08106: IP54
d) Máxima tensión de interferencia AC + DC, con la cual todavía se puede realizar la medición..24 V
e) Máxima tensión de ruido medible ....40 V
f) Resistencia de corriente perturbadora..max 3,3A 50Hz
g) Frecuencia de la corriente de medición .... 128 Hz para MRU-105 y 154Hz para MRU-106
h) Tensión de medición ....30 V
i) Corriente de medición ....225 mA
j) Máxima resistencia de las jabalinas medible ....50 kΩ
k) Señalización de corriente demasiada pequeña de pinzas para 0,5mA
l) Alimentación del equipo .... paquete de baterías recargables Ni-MH tipo SONEL 7,2V 3Ah
.... o pilas alcalinas (tipo C) R14 (5 items)
m) Alimentación de cargador y bateíras ....100…250V/50(60)Hz, 100mA
n) Tiempo de carga de las baterías NiMH...cerca de 3 horas
o) Tiempo de descarga de las baterías NiMH en modo de descarga...............................max 3 horas
p) Cantidad de medidas usando las pilas Panasonic POWER MAX 3.... > 2600 (5Ω, 2 medidas/min.)
q) Cantidad de medidas usando las baterías.. > 1300 (5Ω, 2 medidas/min.)
r) Tiempo de medición:

- Resistencia con técnica de dos polos...<8 segundos
- Resistencia con técnica de cuatro polos ....<16 segundos
- Puesta a tierra con técnica de tres y cuatro polos ....<16 segundos
- Puesta a tierra con técnica de tres polos y pinza..<20 segundos
- Resistividad de la tierra ....<16 segundos

s) Dimensiones .... 295 x 222 x 95 mm
t) Peso del equipo con baterías NiMH colocadas..approx. 1,7 kg
u) Rango operacional de temperatura... 0..40°C
v) Temperatura de trabajo de cargador .... +10..+35°C
w) Temperatura de referencia .... 23 ± 2°C
x) Temperatura de almacenamiento.. -20°C..+60°C
y) Tiempo hasta auto-apagado...2 minutos
z) Estándar de calidad...desarrollo, diseño y producción según ISO 9001
aa) Equipo cumple con EMC (inmunidad para el ambiente industrial) según la norma.........................
.... EN 61326-1:2006 y EN 61326-2-2:2006

11.2 Fabricante

Para obtener ayuda técnica por favor contáctese con el representante local o el fabricante del instrumento.

SONEL S. A.
Wokulskiego 11.
58-100 Swidnica
tel. +48 74 858 38 60
fax +48 74 853 38 09
e-mail: export@sonel.pl
internet: www.sonel.pl